

УДК 621.9.015

А.И. Алиев, канд. техн. наук, Симферополь, Украина

## **ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ОБРАБОТКЕ В СРЕДЕ РАЗЛИЧНЫХ СОТС НА ОПЕРАЦИЯХ С ТЯЖЕЛЫМИ УСЛОВИЯМИ РАБОТЫ СИЛ ТРЕНИЯ**

*У статті розглядається вплив різних мастильно-охолодних технологічних середовищ на шорсткість обробленої поверхні при різанні та розвертванні. Показана ефективність технологічних середовищ рослинного походження відносно до МОТС звичайно використовуваних при обробці обраних матеріалів.*

*В статье рассматривается влияние различных смазочно-охлаждающих технологических средств на шероховатость обработанной поверхности при нарезании резьбы и развертывании. Показана эффективность технологических сред растительного происхождения по отношению к СОТС обычно используемых при обработке выбранных материалов.*

*The article examines the impact of various metalworking fluids for surface finish when cutting threads and deployment. The efficiency of the process fluids vegetable origin with respect to cutting fluids typically used in processing the materials selected is shown.*

Использование смазочно-охлаждающих технологических средств одновременно преследует несколько целей: предупреждение чрезмерного нагрева инструмента и детали, повышение стойкости инструмента, уменьшение влияния нароста и снижение шероховатости обработанной поверхности, очищение зоны резания от мелкой стружки, уменьшение трения на поверхностях контакта инструмента с деталью и стружкой. Достичь этого можно направленным воздействием на физико-механические и механохимические процессы, протекающие при резании металлов, путем целенаправленного выбора основы СОТС, введения в его состав присадок с необходимым комплексом химических и механохимических свойств, оптимизации условий подачи СОТС в зону резания и т.д.

Особое место среди различных действий СОТС занимает смазочное. От смазочного действия зависят контактные напряжения на рабочих поверхностях инструмента, удельная работа резания, нагрузки на технологическую систему СПИЗ, пластическая деформация обрабатываемого материала, качество поверхности и интенсивность износа режущего инструмента.

Смазочное действие обусловлено тем, что СОЖ, проникая в зону контакта инструмента со стружкой и обрабатываемой деталью, изменяет условия контакта, активно воздействуя на протекающие в этой зоне процессы трения и пластической деформации.

Условия трения на рабочих поверхностях режущего инструмента напрямую сказываются на качестве обработанной поверхности [1]. В особенности это проявляется при несвободном резании, каким и является процесс резбонарезания.

Эксперименты по свободному точению [2], подтвердили состоятельность методики выбора эффективных технологических сред на основании результатов моделирующих опытов по трению. Однако в реальных производственных условиях может иметь место некоторая расхожесть полученных данных. Поэтому, с целью определения их соответствия, на ПАО НПО “Йодбром”, изготавлиющем оборудование для химической промышленности в технологических процессах развертывания отверстий диаметром 34 мм во втулках и нарезания наружной резьбы М12 на шпильках из стали 08Х18Н10Т и титанового сплава ВТ1-0 были применены рассматриваемые нами технологические среды, в том числе и растительного происхождения [3].

Подача смазочно-охлаждающих технологических средств в зону резания осуществлялась с помощью дозирующего устройства фирмы “STEIDLE”, обеспечивающего технику минимальной смазки (ТМС). Развертывание отверстий осуществлялось машинными развертками из стали Р6М5К5 на режимах, рекомендованных при обработке указанных материалов ( $v=2,7$  м/мин,  $S=0,2$  мм/об,  $t=0,05$  мм). Необходимо отметить, что на операции развертывания, когда температура недостаточно высокая для диффузионного износа и деформация достигает значительной величины, доминирующее значение приобретает адгезионный износ. Действие адгезионного износа неразрывно связано с образованием нароста. Периодически образуемый и срываемый с рабочих поверхностей инструмента нарост отражается на качестве обработанной поверхности. Поэтому, на операции развертывания в производственных условиях для нас критерием эффективности СОТС будет служить шероховатость обработанной поверхности.

Нарезание резьбы производилось резцами из быстрорежущей стали Р6М5К5, что позволило ограничить влияние случайных факторов, имеющих место при нарезании резьбы другими резбонарезными инструментами.

На рис. 1 приведены результаты измерений шероховатости поверхности резьбового профиля шпилек из стали 08Х18Н10Т, полученные по результатам производственных испытаний. Наибольшую шероховатость имеет поверхность резьбового профиля после сухого резания. Меньшие значения (по  $R_a$  на 40%) получены при резании в среде минерального масла. Растительные масла снизили значения шероховатости в еще большей степени – в среде касторового и подсолнечного масел соответственно в 3 и 4 раза.

Из профилограмм поверхности резьбового профиля, полученных после проведения производственных исследований шпилек из титанового сплава ВТ1-0 (рис. 2) видно, что влияние сред на снижение шероховатости существенно не сказалось. Во всех средах, включая сухое резание, были получены практически идентичные значения шероховатости по параметру  $R_a$ .

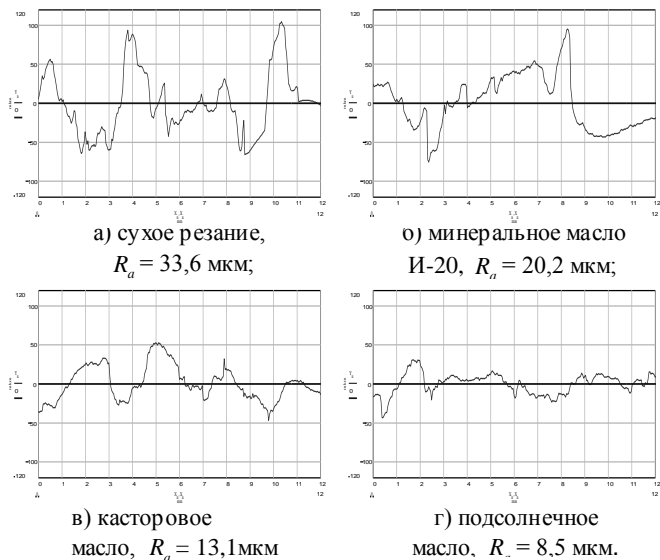


Рисунок 1 – Шероховатость поверхности резбового профиля шпилек из стали 08X18H10T

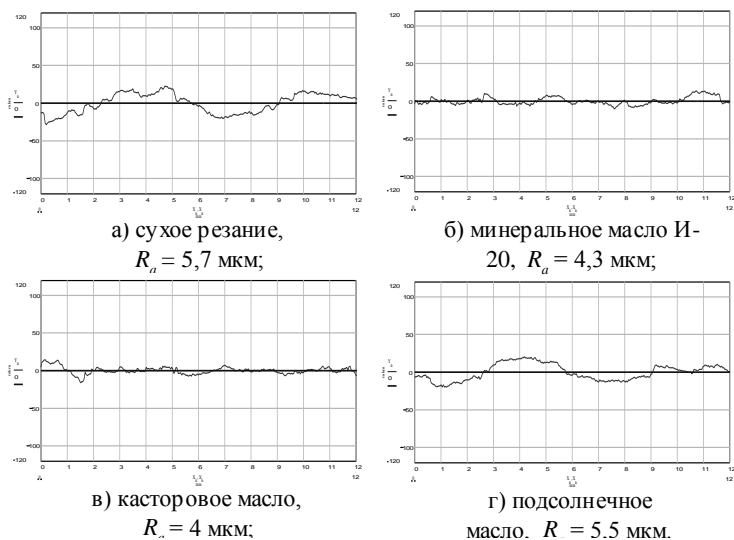
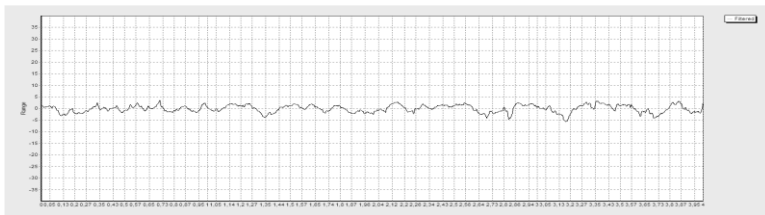
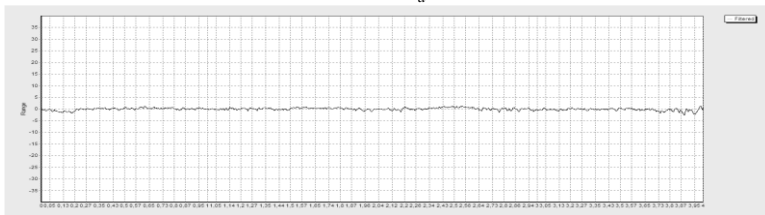


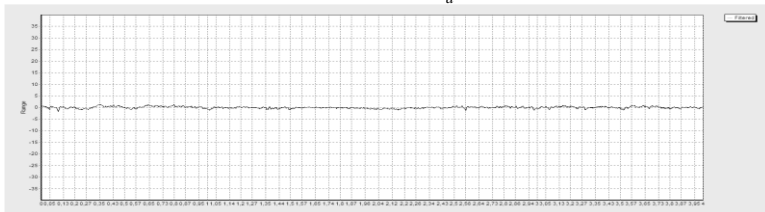
Рисунок 2 – Шероховатость поверхности резбового профиля шпилек из титанового сплава BT1-0



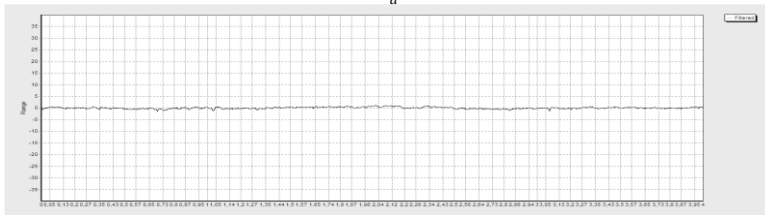
а) сухое резание,  $R_a = 1,358$  мкм;



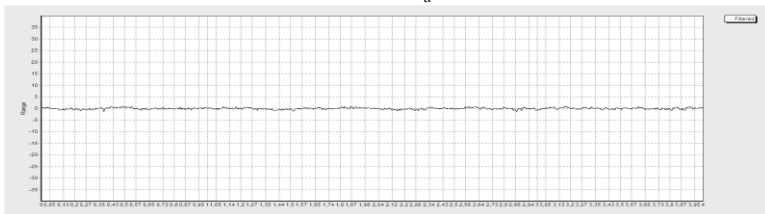
б) минеральное масло,  $R_a = 0,409$  мкм;



в) МР17-М,  $R_a = 0,327$  мкм;

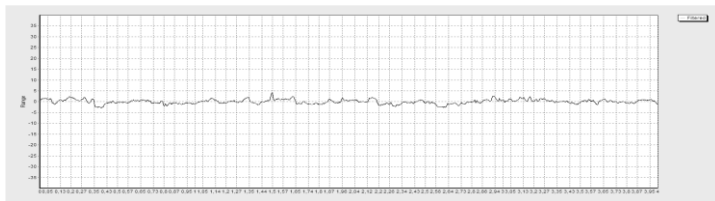


г) рапсовое масло,  $R_a = 0,297$  мкм;

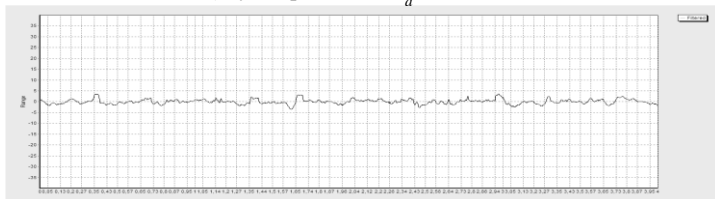


д) подсолнечное масло,  $R_a = 0,288$  мкм.

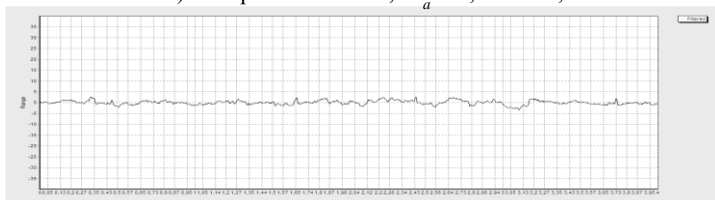
Рисунок 3 – Шероховатость развернутой поверхности втулок из стали 08Х18Н10Т



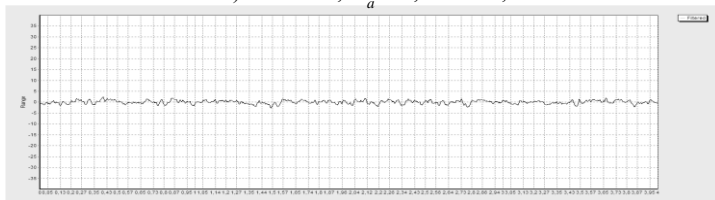
а) сухое резание,  $R_a = 0,8$  мкм;



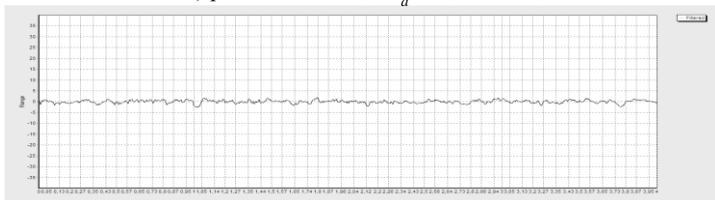
б) минеральное масло,  $R_a = 0,847$  мкм;



в) МР17-М,  $R_a = 0,747$  мкм;



г) рапсовое масло,  $R_a = 0,656$  мкм;



д) подсолнечное масло,  $R_a = 0,573$  мкм.

Рисунок 4 – Шероховатость развернутой поверхности втулок из титанового сплава ВТ1-0

В качестве показателя эффективности смазочных сред при развертывании нами была принята шероховатость обработанной поверхности. На рисунках 3 и 4 представлены профилограммы, полученные при развертывании втулок из стали 08X18H10T и титанового сплава BT1-0 соответственно.

При обработке стали рассматриваемые СОТС значительно снизили значения параметра шероховатости  $R_a$  относительно резания всухую, а подсолнечное и рапсовое масла, хоть и незначительно, превосходили не только минеральное масло И-20, но и промышленную масляную СОТС МР17-М. В дополнение можно отметить, что извлечение развертки из отверстия, обработанного в среде подсолнечного масла, происходило с легкостью, в то время как при извлечении инструмента из отверстий, развернутых с подачей других технологических сред, прикладывались определенные усилия.

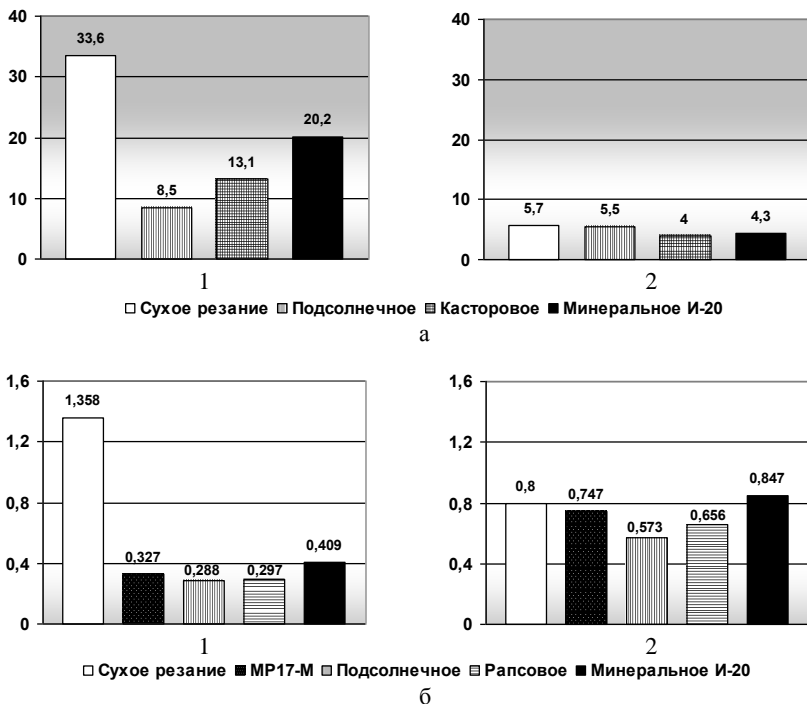


Рисунок 5 – Значения параметра шероховатости  $R_a$  при обработке с применением СОТС:  
 а) – нарезание резьбы, б) – развертывание;  
 1) – коррозионностойкая сталь 08X18H10T, 2) – титановый сплав BT1-0

Развертывание отверстий во втулках из титанового сплава показало ухудшение качества обработанной поверхности в среде минерального масла И-20 относительно резания всухую, что свидетельствует об усилении адгезионных процессов отмеченном ранее в экспериментах по трению. Растительные же масла ощутимо снижают шероховатость. Для лучшего восприятия различия в шероховатости обработанных поверхностей результаты измерения на обеих технологических операциях представлены в виде гистограмм (рис. 5).

Таким образом, наблюдаемая корреляция результатов производственных испытаний с результатами моделирующих экспериментов позволяет предполагать, что определение эффективности масляных сред с позиций их влияния на адгезионное взаимодействие обрабатываемого и инструментального материалов, может служить критерием выбора основы СОТС.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

- применение техники минимальной смазки (ТМС), значительно сокращающей расход смазочного материала, не снижает эффективности растительных масел и обеспечивает необходимое качество обработанной поверхности. В большей степени (до 40%) снижение шероховатости обработанной поверхности отмечается при обработке сталей;
- усиление адгезионных процессов, наблюдаемое при трении контактной пары Р6М5К5 – ВТ1-0 в среде минерального масла, находит свое отражение на операции развертывания, приводя к ухудшению качества обработанной поверхности по отношению к резанию без применения технологических сред;
- использование растительных масел в качестве технологических сред на операциях, протекающих в условиях выраженного адгезионного износа (резьбонарезание, развертывание) указывает на их конкурентоспособность не только с минеральными маслами, но и с традиционно применяемыми масляными СОТС.

**Список использованных источников:** 1. Сукайло В.А. Сравнение и анализ влияния чистых и традиционных видов охлаждения на качество поверхностного слоя детали / В.А. Сукайло, Н.В. Верезуб, Я. Кундрак, Т. Эммер // Высокие технологии в машиностроении : сборник научных трудов НТУ «ХПИ». – Х., 2000. – Вып. 1. – С. 249–251. 2. Алиев А.И. Исследование влияния СОТС растительной природы на составляющие силы резания / Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. – Симферополь: НИЦ КИПУ, 2011. – С. 42–46. 3. Алиев А.И. Оценка эффективности растительных масел по адгезионным характеристикам контакта / А.И. Алиев, Ф.Я. Якубов, А.С. Вавулицкий // Сучасні технології у машинобудуванні: До ювілею Ф.Я. Якубова. Зб. наук. статей. – Харків: НТУ «ХП», 2007. – С. 17–22. 4. Латышев В.Н. Исследование механохимических процессов и эффективности применения смазочных сред при трении и обработке металлов: автореф. на соискание ученой степени доктора техн. наук: спец. 05.03.01 “Процессы механической и физико-технической обработки, станки и инструмент” / В.Н. Латышев. – М.: 1973. – 412 с.

*Поступила в редколлегию 29.06.2013*